

**Erzeugen hermetisch dicht geschlossener
dielektrisch isolierender Trenngräben (trenches)**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung zur Herstellung von dielektrisch voneinander isolierten Strukturen mittels verfüllter, hermetisch dicht geschlossener Isolationsgräben zur Erzeugung von mechanisch-elektrischen Sensorstrukturen, die für ihre Funktion einen hermetisch dichten Hohlraum benötigen, in dem sich die beweglichen Sensorelemente befinden. Die gewöhnlichen Trenngräben zur dielektrischen Isolierung verschiedener elektronischer Schaltungsteile voneinander erfüllen nicht automatisch die Bedingungen für die Herstellung von mikroelektromechanischen Systemen (MEMS), bei denen die Ausbildung der Hohlräume für die mechanisch beweglichen Sensorelemente auch über voneinander grabenisiolerte Schaltungen, bzw. Schaltungsteile hinweg notwendig ist.

Verfüllte Grabenstrukturen werden eingesetzt zum Beispiel zur dielektrischen Isolation von Hochvoltelementen, siehe DE-A 198 28 669 oder zur dielektrischen und kapazitätsarmen Isolation bei integrierten HF-Elementen und zur Erzeugung isolierter Bereiche für elektromechanische Strukturen, siehe DE-C 100 29 012. Verfüllte Grabenstrukturen werden vorzugsweise für SOI-Scheiben als auch für einkristalline Halbleiterscheiben zur dielektrischen Rundum-Isolation von Source-/Drain-Bereichen in CMOS-Schaltung verwendet, vgl. DE-A 197 06 789.

Die elektrischen, mechanischen sowie thermischen Anforderungen an derartige Grabenstrukturen und deren Verfüllung sind je nach Technologie und den nachfolgenden erforderlichen technologischen Schritten (z.B. Integration in eine CMOS-Technologie) verschieden. Daher werden auch verschiedene Materialien und Verfahren zum Verfüllen von derartigen elektrisch isolierenden Grabenstrukturen eingesetzt. Die angewendeten Materialien sind vorzugsweise Siliziumdioxid, Siliziumnitrid, Polysilizium oder organische Stoffe, wie Polyamide. Im allgemeinen wird auf eine hohlraumfreie oder hohlraumarme Verfüllung Wert gelegt, um Gaseinschlüsse zu vermeiden. Die dafür erforderlichen Verfahrensbedingungen lassen sich jedoch nur selten mit denen einer hochintegrierten Schaltkreistechnologie in Einklang bringen und sind im Fall der Anpassung sehr aufwendig.

In den meisten Fällen werden Grabenformen gewählt, die entweder senkrechte Wände aufweisen oder sich nach unten hin V-förmig verengen, um ein hohlraumfreies Verfüllen zu erleichtern, vgl. JP-A 2002 100 672, "Formig method of isolation trench".

Die fortgeschrittene Entwicklung auf diesem Gebiet bezieht mechanisch elektrische Strukturen in den komplexen Halbleiterproduktionsprozess (z.B. mit CMOS-Technologie) mit ein und erfordert so die Realisierung von hermetisch dichten Hohlräumen (Kavitäten) für die Funktionalität dieser mechanisch beweglichen Strukturen, vgl. **DE-A 100 17 976**. Beim Auffüllen des Grabens kommt es leicht zu kanalförmigen Hohlräumen im Inneren des Grabens durch ein schnelleres Zusammenwachsen des Füllmaterials an der Grabenoberseite, das von den oberen Grabenkanten ausgeht. Die Hohlräume können die Grenze des hermetisch dicht geforderten Sensorhohlraums durchtunneln und damit über die Schädigung des eigentlichen Sensorelementes zum Ausschuss des Bauelementes führen.

Für besondere Anforderungen an die Grabengeometrie, wo senkrechte Seitenwände oder V-förmige Querschnitte nicht realisierbar sind und unterschnittene Kanten zugelassen sind, muss nach neuen Lösungen gesucht werden.

Aufgabe der Erfindung ist die Beseitigung der geschilderten Mängel beim Verfüllen von Isolationsgräben mit gewöhnlichen Querschnitten, die mit den beim Verfüllen entstehenden lateral durchgängigen Hohlraumkanälen zusammenhängen, mit dem Ziel der Gewährleistung hermetischer Dichtigkeit der Hohlräume für die mechanisch-elektrischen Sensorstrukturen in Verbindung mit dem hermetisch dichten Scheibenbonden. Es soll ausserdem ein möglichst einfaches und kostengünstiges Verfahren angegeben werden, das ein hermetisch dichtes Verschließen möglicher, sich in lateraler Richtung ausdehnender, beim Verfüllen der Isolationsgräben entstehender Hohlraumkanäle gewährleistet. Derartig bearbeitete Scheiben sollen in einem gewöhnlichen CMOS-Prozess weiter prozessierbar sein.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass an zumindest einer definierten Stelle im Grabenverlauf jeweils in einem kurzen Bereich (Abschnitt) der Graben um einen geringen Betrag verbreitert wird (Dichtpunkte oder -stellen) und zum Verschließen ein Abscheideverfahren (Niederdruckabscheidung) für die Ablagerung des Füllmaterials eingesetzt wird, welches annähernd mit Vakuum arbeitet (Anspruch 1 oder 5). Es ergibt sich eine Grabengeometrie mit zumindest zwei schmalen Abschnitten und einem diese beiden verbindenden, breiteren Zwischenabschnitt (Anspruch 13).

Die Dichtungsstellen oder -punkte können je nach Anforderung mehrfach wiederholt werden.

Das Prinzip der Abdichtung erfolgt auf Basis einer dreidimensionalen Verfüllung im Bereich des jeweiligen Dichtungspunktes. Die Stellen des verbreiterten Grabens bleiben bei der Schichtabscheidung zur Verfüllung des Grabens länger frei (offen) als die sich unmittelbar anschließenden Grabenbereiche mit normaler Breite.

Wenn beim Verfüllen sich der normale Graben nach oben schließt und bereits restliche parasitäre Hohlräume verblieben sind, gibt es normalerweise keine Chance mehr, weiteres Material zur Auffüllung dieser verbliebenen Hohlräume heranzuführen. Erfindungsgemäß wird jedoch aus dem verbreiterten Grabengebiet, das zu diesem Zeitpunkt noch offen ist, nun auch eine seitliche Abscheidung in lateraler Richtung des Grabenverlaufs erfolgen. Diese seitliche Abscheidung bewirkt eine Verfüllung in die verbliebenen Hohlräume von der Stirnseite her (dreidimensionalen Verfüllung) und verstopft den Hohlraum im normal breiten Kanalgebiet von der Längsseite her, ehe auch die etwas breitere Kanalstelle langsam nach oben zuwächst, wo naturgemäß ein etwas größerer restlicher Hohlraum entsteht, der aber nicht stört, weil nach beiden Seiten und nach oben eine hermetische Abdichtung erfolgt.

Mit dieser hermetischen Abdichtung wird erreicht, dass jeder nachträgliche Gasaustausch und damit die schädliche Eigenschaft des Gasdurchlasses bei lateral verlaufenden Hohlräumen in verfüllten Gräben verhindert werden kann.

Das annähernd mit Vakuum arbeitende (Anspruch 10) Schichtabscheideverfahren bringt eine weitestgehende isotrope Verfüllung in die erweiterten Grabenabschnitte und sorgt in den parasitär verbleibenden Hohlräumen dafür, dass ein (nahezu gutes) Vakuum vorhanden ist.

Da sich nunmehr (fast) kein Gas mehr in den hermetisch verschlossenen restlichen Hohlräumen befindet, können anschließend auch Hochtemperaturprozesse eingesetzt werden, ohne ein Bersten solcher restlicher Hohlräume befürchten zu müssen.

An die Grabenform und Steilheit der Seitenwände werden bei diesem Verfahren keine besonderen Anforderungen gestellt.

Die Bedeutung der erfindungsgemäßen Lösung kommt vor allem dann zum Tragen, wenn verbleibende Hohlräume ohne zusätzlichen Aufwand beim Verfüllen nicht zu vermeiden sind.

...

Die Erfindung wird anhand von **Ausführungsbeispielen** erläutert und ergänzt, wobei darauf hingewiesen wird, daß es sich bei der folgenden Darstellung um die Beschreibung von bevorzugten Beispielen der Erfindung handelt.

Figur 1 ist eine schematische Darstellung einer im Grabenverlauf (Kanal) eingefügten geringfügigen Kanalverbreiterung 2 in Aufsicht.

Figur 2,

Figur 2a,

Figur 2b veranschaulichen eine schematische Darstellung und zwei Schnitte A-A sowie B-B bei einer im Grabenverlauf eingefügten geringfügigen Verbreiterung, wobei die Grabengebiete der normalen Breite b1 bereits nach oben hin verschlossen sind. Eine Schichtabscheidung erfolgt nur noch im geringfügig verbreiterten Kanalgebiet 2.

Figur 3,

Figur 3c zeigen die Grabenverfüllung 9 in der Grabenverbreiterung b2 (Kanalverbreiterung) und das Verschließen parasitär verbliebener Hohlräume.

Figur 4,

Figur 4d,

Figur 4e,

Figur 4f zeigen das Ergebnis der Grabenverfüllung 9 mit hermetischer Abdichtung der parasitär verbliebenen Hohlräume im Grabengebiet anhand verschiedener Grabenquerschnitte (Fig. 4d,e,f) an unterschiedlichen Stellen des gesamten Grabens 1,2,1 nach Figur 4.

Figur 1 zeigt die Grabenverbreiterung 2 als Kanalverbreiterung b2, die mit beiden Seiten (Stirnenden) an das Grabengebiet 1 (Kanal) mit normaler Breite b1 angrenzt. Der Übergangsbereich 3 zwischen beiden Grabenregionen soll konisch erfolgen. In den **Figuren 2** und den Schnitten der **Figuren 2b,2a** ist schematisch eine Schichtabscheidung an den beiden Seitenwänden 4 dargestellt. Die Abscheidung (siehe schwarze Pfeile, Figur 2b) findet gleichermaßen an den Seitenwänden 4 im Bereich der geringfügigen Grabenverbreiterung 2 statt, Figur 2b, nachdem im Gebiet 1 bereits der Graben nach oben verschlossen ist und ein kleiner Hohlräum/Kanal 5

entstanden ist, Figur 2a. Die Gräben (der Kanal) befinden sich innerhalb der Siliziumumgebung 10.

Die Grabenverfüllung 9 ist ein Füllstoff, der abgeschieden wird. Er sorgt dafür, dass die normal breiten Grabenabschnitte 1 in Figur 1 (links und rechts der konischen Aufweitungen der Grabenbreite b1 hin zur geringfügig breiteren Grabenbreite b2 des Abschnittes 2) verschlossen werden. Beim Füllen im Bereich der normal breiten Gräben schließen die oberen Grabenbereiche früher als in dem auf b2 verbreiterten Grabenabschnitt 2. Im oberen Grabenbereich liegt dann Füllmaterial, unter Belassung von sich bildendem Hohlraum (Hohlraumkanal 5) in Längsrichtung des Grabens, hier den Abschnitten 1 von Figur 1 oder der Figur 2. Mit einer Niederdruck-Materialabscheidung in dem verbreiterten Grabenbereich (dem Längsabschnitt 2) werden die Hohlraumkanäle in Längsrichtung hermetisch dicht verschlossen. Diese Materialabscheidung ist eine Niederdruck-Materialabscheidung, bei der ein Druck nahe Vakuum eingesetzt wird. Dabei kommt ein Schicht-Abscheideverfahren zum Einsatz, welches eine weitgehend isotrope Verfüllung in dem erweiterten Grabenabschnitt erreicht. Dort parasitär verbleibende Hohlräume werden kaum Druck aufweisen, vielmehr ein nahezu gutes Vakuum besitzen, aufgrund des mit Niederdruck arbeitenden Abscheideverfahrens.

Die Abdichtung erfolgt auf der Basis einer in allen Richtungen erfolgenden Verfüllung (dreidimensionalen Verfüllung) des Grabens in seiner gesamten Längsrichtung, wobei dazu die schmäleren Abschnitte 1, die konisch sich aufweitenden Abschnitte 3 und der geringfügig erweiterte, die Breite b2 besitzenden Grabenabschnitt 2 gehören. Mehrere dieser einzelnen Abschnitte können sich aneinanderreihen, in Figur 1 ist nur eine Verbreiterung 2 mit benachbarten konischen Abschnitten 3 und schmäleren Kanalabschnitten 1 gezeigt.

Die zumindest eine Stelle 2, bei mehreren Abschnitten 2 die mehreren geringfügig breiteren Grabenabschnitte, verbleiben bei der Schichtabschneidung zur Verfüllung länger offen, als die Abschnitte 1 mit normaler Breite b1. Aus dem verbreiterten Grabengebiet 2, das zum Zeitpunkt des Schließens der schmäleren Abschnitte 1 noch offen ist (nach oben offen), kann nun auch eine seitliche Abscheidung in lateraler Richtung des Grabenverlaufs erfolgen. Diese seitliche Abscheidung bewirkt eine Verfüllung in die verbliebenen Hohlräume von der Stirnseite als dreidimensionale Verfüllung und verstopft auch den (parasitären) Hohlraum im normal breiten Kanalgebiet 1 von der Längsseite her. Erst später wächst auch der breitere Kanalabschnitt 2 langsam nach oben zu, unter Bildung eines etwas größeren

Hohlraums, der in Figur 2b angedeutet (der innere, offene Bereich) und der in den folgenden Figuren näher erläutert wird. Dieser Abschnitt stört nicht, weil nach beiden Seiten und nach oben eine hermetische Abdichtung erfolgt ist.

Nachträglicher Gasaustausch wird vermieden. In den verbliebenen Hohlräumen verbleibt kaum Gas unter Druck, so dass anschließende Prozess in der Temperatur beliebig eingesetzt werden können, ohne ein Bersten von verschlossenen Kanälen durch sich aufbauenden Überdruck in den Hohlräumen 5, oder den zu beschreibenden größeren Hohlräumen 8 nach Figur 4f befürchten zu müssen.

Anders als bekannte Verfahren, die Hohlräume (Voids oder Lunker) zu vermeiden suchen, kann das anhand der Figuren 2 erläuterte Verfahren, das in den folgenden Figuren vertieft wird, mit solchen Hohlräumen leben, sie dulden und dennoch von diesen Hohlräumen ausgehende Schwierigkeiten bei der weiteren Prozessierung vermeiden. Die Trenngräben, kurz "trenches", werden mit einem Abscheideverfahren gefüllt und sind hermetisch dicht verschlossen. Sie werden eingesetzt zur dielektrischen Isolation auf der Scheibe.

Die **Figuren 3 und 3c** zeigen eine schematische Darstellung einer im Grabenverlauf 1 eingefügten geringfügigen Grabenverbreiterung 2, Figur 3, wobei die Grabengebiete 1 mit normaler Breite b_1 bereits nach oben hin verschlossen sind. In dieser Phase werden nur noch die Seitenwände 4 in der Grabenverbreiterung 2 beschichtet und es erfolgt auch die erfindungsgemäße seitliche Verfüllung der parasitär verbliebenen Hohlräume an der Stelle der seitlichen Verfüllung 6, Figur 3c.

Die Dimensionierung des Abscheidungsprozesses und der Grabenanordnung erfolgen derart, dass eventuell verbleibende seitliche Hohlräume völlig abgedichtet sind, bevor sich der Grabenabschnitt mit der geringfügigen Verbreiterung nach oben hin schließt, und damit eine weitere Verfüllung nicht mehr stattfinden kann.

Die Schichtabscheidung erfolgt bei den Figuren 3,3c nur noch im verbreiterten Kanalabschnitt 2, bzw. dessen Gebiet, mit einem besonderen Augenmerk auf die seitliche Verfüllung der restlichen verbliebenen Hohlräume.

Die **Figuren 4** sowie die Schnitte der **Figuren 4d,4e,4f** zeigen schematisch das Ergebnis nach abgeschlossener Grabenverfüllung. Die Figuren 4d bis 4f sind drei Querschnittsbilder entlang der E-E, F-F und G-G nach Figur 4.

Figur 4d Schnitt D zeigt den kleineren verbliebenen Hohlraum 5 im normalen Grabengebiet 1.

Figur 4e Schnitt E zeigt den hermetisch dichten Verschluss 7 im Bereich des konischen Zwischen- oder Übergangsbereiches 3.

Figur 4f Schnitt F zeigt den etwas größeren verbliebenen Hohlraum 8 im Bereich der geringfügigen Grabenverbreiterung 2, auch bedeckt von Füllmaterial 9.

Figur 4 veranschaulicht in Aufsicht das zu verfüllende Grabengebiet in den Abschnitten 1, 2 und erneut 1. Die entsprechenden Angaben von Figur 1 können ohne weiteres hier übertragen werden.

Die geringe Grabenverbreiterung der Breite b2 (bzw. b2-b1) und der konische Übergangsbereich 3 mit schräg zur Mittelebene verlaufenden Wänden sind ersichtlich. Es gibt zwei Übergangsbereiche 3 pro einem geringfügig verbreiterten Grabenabschnitt 2 im Zuge des Gesamtgrabens 1, 2, 1. Dieser wird auch Kanal bezeichnet. In den Schnittdarstellungen ist der Schnitt D-D im Bereich des schmäleren Grabenabschnitts 1 vorgesehen. Es ist ein kleiner verbleibender Hohlraum 5 ersichtlich, der oben bereits durch Füllmaterial 9 verschlossen ist. Eine weiter nach unten in Figur 4 verlagerte Schnittebene E-E zeigt einen hermetisch dichten Verschluss an der Dichtungsstelle 7, die auch "Dichtungspunkt" genannt wird.

Es ist kein verschlossener Hohlraum oder innerer Kanal 5 mehr zu sehen. Das hermetisch dichte Verschließen 7 erfolgt an der Stelle der seitlichen Verfüllung 6. Der hermetisch dichte Verschluss 7 liegt im Bereich des konischen Abschnitts 3.

Näher zum schmalen Grabenabschnitt 1 liegt die seitliche Verfüllung 6, näher zum verbreiterten Abschnitt 2, oder im verbreiterten Abschnitt 2 liegt ein etwas vergrößerter, verbliebener Hohlraum 8, der ebenfalls oben durch Füllmaterial 9 verschlossen ist, aber im Zuge des Verfahrens später verschlossen wurde als das obere Verschließen 9 von Figur 4d.

Mit 10 ist wiederum, wie bei allen anderen Beispielen, die Silizium-Umgebung der Scheibe gezeigt.

Die verbreiterten Grabenstellen 2 als "Dichtungsstellen" des Kanals in der Nähe von Verbindungsflächen von zwei Halbleiterscheiben, beim Bonden dieser beiden Scheiben,

werden dichter angebracht als entlang der anderen Teile der Isolationsgräben (nicht graphisch dargestellt).

Die Anwendung des Verfahrens ergibt selbstverständlich die mit der vorgenannten Verfahrensbeschreibung auch ersichtlichen Grabenstrukturen als Einrichtung auf oder mit einer Scheibe, die Trenngräben aufweist, welche hermetisch dicht verschlossen sind und zur dielektrischen Isolierung dienen. Das Füllen geschah mittels Abscheideverfahren, wie beschrieben.

Bezugszeichenübersicht

Figur 1

- 1: zu verfüllendes Grabengebiet
- 2: geringfügige Grabenverbreitung
- 3: konischer Übergangsbereich

Figuren 2,2a,2b

- 1: zu verfüllendes Grabengebiet
- 2: geringfügige Grabenverbreiterung (Graben, geringfügig verbreitert)
- 4: Seitenwände der geringfügigen Grabenverbreiterung
- 5: kleiner verbleibender Hohlraum im Bereich des normalen Grabengebietes
- 9: Material, mit dem der Graben verfüllt ist
- 10: Silizium-Umgebung

→ Pfeile zwischen den Wänden 4: Richtung der Schichtabscheidung

Figuren 3,3c

- 1: zu verfüllendes Grabengebiet
- 2: geringfügige Grabenverbreitung
- 3: konischer Übergangsbereich
- 4: Seitenwände der geringfügigen Grabenverbreiterung
- 5: kleiner verbleibender Hohlraum im Bereich des Grabengebietes 1 normaler Breite.
- 6: Stelle der seitlichen Verfüllung
- 9: Material, mit dem der Graben verfüllt ist
- 10: Silizium-Umgebung

→ Pfeile zwischen den Wänden 4: Richtung der Schichtabscheidung

Figuren 4,4d,e,f

- 1: zu verfüllendes Grabengebiet
- 2: geringfügige Grabenverbreiterung
- 3: konischer Übergangsbereich
- 5: kleiner verbleibender Hohlraum im Bereich des normalen Grabengebietes
- 6: Stelle der seitlichen Verfüllung
- 7: Stelle der hermetischen Abdichtung im Bereich der konischen Übergangszone
- 8: Etwas größerer verbleibender Hohlraum im Bereich der geringfügigen Grabenverbreiterung
- 9: Material, mit dem der Graben verfüllt ist
10. Silizium-Umgebung

* * * * *

Ansprüche:

1. **Verfahren** zum hermetisch dichten Verschließen von dielektrisch isolierenden Trenngräben (trenches) durch Füllen mittels eines Abscheideverfahrens, wobei die Gräben (1,2) an bestimmten Stellen (2) geringfügig verbreitert werden und ein Niederdruck-Abscheideverfahren so eingesetzt wird, dass die sich beim Füllen im Bereich der normal breiten Gräben durch Schließen der oberen Grabenbereiche mit einem Füllmaterial (9) bildenden Hohlraumkanäle (5) in Längsrichtung des Grabens durch Niederdruck-Materialabscheidung aus dem verbreiterten Grabenbereich (2,3) in Grabenlängsrichtung hermetisch dicht verschlossen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die verbreiterten Grabenstellen (2,3) in der Nähe der Verbindungsflächen der beiden Halbleiterscheiben beim Bonden der beiden Scheiben dichter angebracht werden als entlang der anderen Teile der Isolationsgräben.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die verbreiterten Grabenstellen (2,3) in regelmäßigen Abständen angebracht werden.
4. **Anordnung**, hergestellt oder herstellbar nach einem der vorgenannten Verfahren.

5. Verfahren zum hermetisch dichten Verschließen von dielektrisch isolierenden Trenngräben (trenches 1,2) durch Füllen mittels eines Abscheideverfahrens,
 - (i) wobei die Trenngräben (1,2) an zumindest einer bestimmten Stelle geringfügig verbreitert werden (2,3);
 - (ii) ein Niederdruck-Abscheideverfahren eingesetzt wird, um - sich beim Füllen im Bereich der normal breiten Trenngräben (1) durch Schließen von oberen Grabenbereichen mit Füllmaterial (9) bildenden – Hohlraum (5) in Längsrichtung des Trenngrabens durch eine Niederdruck-Materialabscheidung aus dem verbreiterten Grabenbereich (2,3) in Grabenlängsrichtung hermetisch dicht zu verschliessen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die verbreiterten Grabenstellen (2) in der Nähe von Verbindungsflächen von zwei Halbleiterscheiben beim Bonden der Scheiben dichter angebracht werden als entlang der anderen Abschnitte der Isolationsgräben.
7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei mehrere verbreiterte Grabenstellen (2) in regelmäßigen Abständen angebracht werden, zur Bildung von Dichtstellen längs eines Kanals (1,2,1).
8. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die geringfügig verbreiterten Trenngräben (1,2) an der zumindest einen bestimmten Stelle um nicht mehr als die Breite des Grabens (1) an der nicht erweiterten Stelle verbreitert sind.
9. Verfahren nach Anspruch 8 oder 5, wobei die Verbreiterung (2,3) über konische Abschnitte (3) erfolgt.
10. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Niederdruckverfahren annähernd mit Vakuum arbeitet.
11. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Verbreiterung (2,3) auf zumindest einem kurzen Stück erfolgt, relativ zur Gesamtlänge des Kanals.
12. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Dimensionierung des Abscheidungsprozesses und der Grabenanordnung derart erfolgen, dass eventuell verbleibende seitliche Hohlräume (5) völlig abgedichtet sind, bevor sich der Grabenabschnitt mit der geringfügigen Verbreiterung (b2) nach oben hin schließt, und damit eine weitere Verfüllung nicht mehr stattfinden kann.

13. Einrichtung mit einer mit Trenngräben versehenen Scheibe, die hermetisch dicht verschlossene, dielektrisch isolierende Trenngräben (trenches 1,2) durch Füllen mittels eines Abscheideverfahrens aufweist,

- (i) wobei die Trenngräben (1,2) an zumindest einer bestimmten Stelle geringfügig verbreitert sind (2,3);
- (ii) über ein Niederdruck-Abscheideverfahren die sich beim Füllen im Bereich der normal breiten Gräben (1) durch Schließen der oberen Grabenbereiche mit Füllmaterial bildenden Hohlräumkanäle (5) in Längsrichtung des Grabens durch Niederdruck-Materialabscheidung aus dem verbreiterten Grabenbereich (2,3) in Grabenlängsrichtung hermetisch dicht verschlossen sind (7).

* * *